

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-216601

(43) 公開日 平成11年(1999) 8月10日

(51) Int.Cl. <sup>4</sup>	識別記号	F I	
B 2 3 B 27/14		B 2 3 B 27/14	A
B 2 3 P 15/28		B 2 3 P 15/28	A
C 2 2 C 29/16		C 2 2 C 29/16	
C 2 3 C 14/06		C 2 3 C 14/06	P
16/34		16/34	
審査請求 有 請求項の数 2 O L (全 6 頁)			

(21) 出願番号 特願平10-22997

(22) 出願日 平成10年(1998) 2月4日

(71) 出願人 000103367

オーエスジー株式会社

愛知県豊川市本野ケ原三丁目22番地

(72) 発明者 櫻井 正俊

愛知県豊川市白雲町三丁目21番地の27

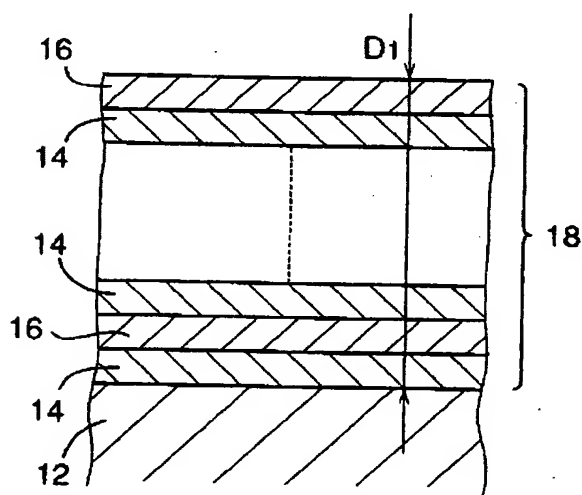
(74) 代理人 弁理士 池田 治幸 (外 2 名)

(54) 【発明の名称】 硬質積層皮膜被覆工具

(57) 【要約】

【課題】 耐磨耗性を損なうことなく靱性を向上させ、且つ耐熱性が維持された硬質積層皮膜被覆工具を提供する。

【解決手段】 基体12の表面に、平均層厚が0.01~0.50 $\mu$ mの $(Al_x Ti_{1-x}) (N_y C_{1-y})$  (但し、 $0.05 \leq x \leq 0.50$ 、 $0.50 \leq y \leq 1.00$ ) の組成で示される内側層14と、平均層厚が0.01~0.50 $\mu$ mの $(Al_z Ti_{1-z}) (N_t C_{1-t})$  (但し、 $0.50 < z \leq 0.80$ 、 $0.50 \leq t \leq 1.00$ ) の組成で示される外側層16とを交互に繰り返し積層して硬質積層皮膜18を設けるとともに、その硬質積層皮膜18全体の組成が化学量論的にアルミニウムリッチなるものとし、且つ全体の平均膜厚 $D_1$ を0.50~10.0 $\mu$ mとした。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 平均層厚が $0.01 \sim 0.50 \mu\text{m}$ の $(\text{Al}_x \text{Ti}_{1-x})(\text{N}_y \text{C}_{1-y})$  (但し、 $0.05 \leq x \leq 0.50$ ,  $0.50 \leq y \leq 1.00$ )の組成で示される第1皮膜層と、平均層厚が $0.01 \sim 0.50 \mu\text{m}$ の $(\text{Al}_z \text{Ti}_{1-z})(\text{N}_t \text{C}_{1-t})$  (但し、 $0.50 < z \leq 0.80$ ,  $0.50 \leq t \leq 1.00$ )の組成で示される第2皮膜層とが、基体の表面に交互に繰り返して積層された硬質積層皮膜被覆工具であって、積層皮膜全体の組成が化学量論的にアルミニウムリッチで且つ全体の平均膜厚が $0.50 \sim 10.0 \mu\text{m}$ であることを特徴とする硬質積層皮膜被覆工具。

【請求項2】 平均層厚が $0.01 \sim 0.50 \mu\text{m}$ の $(\text{Al}_x \text{Ti}_{1-x})(\text{N}_y \text{C}_{1-y})$  (但し、 $0.05 \leq x \leq 0.50$ ,  $0.50 \leq y \leq 1.00$ )の組成で示される第1皮膜層と、平均層厚が $0.01 \sim 0.50 \mu\text{m}$ の $(\text{Al}_z \text{Ti}_{1-z})(\text{N}_t \text{C}_{1-t})$  (但し、 $0.50 < z \leq 0.80$ ,  $0.50 \leq t \leq 1.00$ )の組成で示される第2皮膜層と、該第1皮膜層と該第2皮膜層との間に介在させられる平均層厚が $0.01 \sim 0.50 \mu\text{m}$ の $(\text{Al}_u \text{Ti}_{1-u})(\text{N}_v \text{C}_{1-v})$  (但し、 $x < u < z$ ,  $0.50 \leq v \leq 1.00$ )の組成で示される中間皮膜層とが、基体の表面に繰り返して積層された硬質積層皮膜被覆工具であって、積層皮膜全体の組成が化学量論的にアルミニウムリッチで且つ全体の平均膜厚が $0.50 \sim 10.0 \mu\text{m}$ であることを特徴とする硬質積層皮膜被覆工具。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、高速度工具鋼、超硬合金、サーメットまたはCBN焼結体などを母材の材質とする工具に硬質積層皮膜コーティングを施した硬質積層皮膜被覆工具に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】従来、高速度工具鋼、超硬合金、サーメット、CBN焼結体などを使った工具の耐磨耗性向上などを目的として、工具基材表面にTi、Cr、Hf、Zrなどの窒化物、炭化物、及び炭窒化物の硬質皮膜を物理蒸着法(PVD法)や化学蒸着法(CVD法)などを用いて、 $0.50 \sim 10.0 \mu\text{m}$ の平均膜厚で被覆することが行われていた。また、近年、切削速度の高速化に伴い、硬質皮膜の耐酸化性の向上を目的として、超硬合金にAlTiNやAlTiCNなどの硬質皮膜をPVD法で被覆した工具が使われるようになり、例えば、特公平4-53642号公報には、AlとTiの複合炭化物固溶体、複合窒化物固溶体、及び複合炭窒化物固溶体を $0.50 \sim 10.0 \mu\text{m}$ の厚さで形成することが記載されている。また、特公平5-67705号公報には、皮膜の耐熱性を更に高める目的で、Alの存在割合が56%以上、75%以下の化学組成から成る耐磨耗性皮膜を、 $0.80 \sim 10.0 \mu\text{m}$ の膜厚で形成することが記載されている。更に、特開平7-97679号公報には、チタンリッチとアルミニウムリッチのAlTiN超薄膜を、 $0.50 \sim 20.0 \text{nm}$ の繰り返

し周期で積層し、積層体の全体組成として化学量論的にアルミニウムリッチなるものとし、全体の膜厚を $0.50 \sim 10.0 \mu\text{m}$ とした高硬度の超薄膜積層体を形成することが記載されている。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】ところで、近年、切削加工は高速化され、被削材も高硬度化が進んでいるが、このような用途で硬質皮膜被覆工具を使用すると、皮膜は磨耗せずに微小に欠けることが多かった。特に、アルミニウムリッチなるAlTiN皮膜の場合、皮膜硬さが $2600 \text{Hv}$ 以上となるので、非常に欠け易い。このため、本来の耐磨耗性が発揮されなかった。これは、皮膜が単層や複層、更に前述の超薄膜積層体であっても同様であり、皮膜が硬くなればなるほど、切削中に皮膜に微小な欠けが発生し本来の耐磨耗性が発揮できなかった。

【0004】本発明は以上のような事情を背景として為されたものであり、その目的とするところは、耐磨耗性を損なうことなく靱性を向上させ、且つ耐熱性が維持された硬質積層皮膜被覆工具を提供することにある。

## 【0005】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、第1発明は、平均層厚が $0.01 \sim 0.50 \mu\text{m}$ の $(\text{Al}_x \text{Ti}_{1-x})(\text{N}_y \text{C}_{1-y})$  (但し、 $0.05 \leq x \leq 0.50$ ,  $0.50 \leq y \leq 1.00$ )の組成で示される第1皮膜層と、平均層厚が $0.01 \sim 0.50 \mu\text{m}$ の $(\text{Al}_z \text{Ti}_{1-z})(\text{N}_t \text{C}_{1-t})$  (但し、 $0.50 < z \leq 0.80$ ,  $0.50 \leq t \leq 1.00$ )の組成で示される第2皮膜層とが、基体の表面に交互に繰り返して積層された硬質積層皮膜被覆工具であって、積層皮膜全体の組成が化学量論的にアルミニウムリッチで且つ全体の平均膜厚が $0.50 \sim 10.0 \mu\text{m}$ であることを特徴とする。

【0006】ここで、積層皮膜全体の組成が化学量論的にアルミニウムリッチであるとは、次式(1)を満たすことをいう。尚、 $x$ 、 $z$ は各皮膜層におけるアルミニウムの混合割合を示し、 $l_1$ は第1皮膜層の平均層厚、 $l_2$ は第2皮膜層の平均層厚を示している。

$$(x l_1 + z l_2) / (l_1 + l_2) > 0.5 \cdots (1)$$

【0007】また、第2発明は、平均層厚が $0.01 \sim 0.50 \mu\text{m}$ の $(\text{Al}_x \text{Ti}_{1-x})(\text{N}_y \text{C}_{1-y})$  (但し、 $0.05 \leq x \leq 0.50$ ,  $0.50 \leq y \leq 1.00$ )の組成で示される第1皮膜層と、平均層厚が $0.01 \sim 0.50 \mu\text{m}$ の $(\text{Al}_z \text{Ti}_{1-z})(\text{N}_t \text{C}_{1-t})$  (但し、 $0.50 < z \leq 0.80$ ,  $0.50 \leq t \leq 1.00$ )の組成で示される第2皮膜層と、その第1皮膜層と第2皮膜層との間に介在させられる平均層厚が $0.01 \sim 0.50 \mu\text{m}$ の $(\text{Al}_u \text{Ti}_{1-u})(\text{N}_v \text{C}_{1-v})$  (但し、 $x < u < z$ ,  $0.50 \leq v \leq 1.00$ )の組成で示される中間皮膜層とが、基体の表面に繰り返して積層された硬質積層皮膜被覆工具であって、積層皮膜全体の組成が化学量論的にアルミニウムリッチで且つ全体の平均膜厚が $0.50 \sim 10.0 \mu\text{m}$ であることを特徴とする。

【0008】ここで、積層皮膜全体の組成が化学量論的

にアルミニウムリッチであるとは、次式(2)を満たすことをいう。尚、 $x$ 、 $z$ 、 $u$ は各皮膜におけるアルミニウムの混合割合を示し、 $l_1$ は第1皮膜層の平均層厚、 $l_*$

$$(x l_1 + z l_2 + 2 u l_1) / (l_1 + l_2 + 2 l_1) > 0.5 \cdots (2)$$

【0009】

【発明の実施の形態】本発明の硬質積層皮膜は、イオンプレーティング法やスパッタリング法等に代表される物理蒸着法(PVD法)や、プラズマCVD、熱CVD等に代表される化学蒸着法(CVD法)によって形成される。これらのうち、イオンプレーティング法によって行

う場合について説明すると、処理炉内でイオン化した金属成分を $N_2$ 雰囲気または $CH_4$ 雰囲気中で反応させる。カソードとしては、目的組成そのものから成る $Al$ 、 $Ti_{1-x}$ および $Al$ 、 $Ti_{1-x}$ 、または $Al$ 、 $Ti_{1-x}$ 、 $Al$ 、 $Ti_{1-x}$ 、および $Al$ 、 $Ti_{1-x}$ をターゲットとし、それらを交互に使用することによって、硬質積層皮膜が得られる。

【0010】基材材料としては、高速度工具鋼、超合金、サーメット、CBN焼結体など、種々の工具材料を採用できる。第1皮膜層および第2皮膜層は、チタンリ

ッチの第1皮膜層を内側すなわち基体側とし、アルミニウムリッチの第2皮膜層を外側として、交互に積層することが望ましい。

【0011】ここで、積層する皮膜の層厚を $0.01 \sim 0.50 \mu m$ に制限したのは、他の層よりアルミニウムが少ないため硬さが低くなるチタンリッチの第1皮膜層については、 $0.01 \mu m$ 未満では切削加工時に皮膜が受ける衝撃を吸収できず、 $0.50 \mu m$ を超えると、皮膜の耐磨耗性および耐熱性が低下する。また、他の層よりアルミニウムが多いため硬さが高くなるアルミニウムリッチの第2皮膜層については、 $0.01 \mu m$ 未満では十分な耐磨耗性が得られず、 $0.50 \mu m$ を超えると、上下に衝撃を吸収する層があっても皮膜の欠けが避けられないからである。

【0012】また、連続して積層する皮膜層の成分が違い過ぎると、皮膜層同士の界面で欠けが発生して衝撃を吸収できなくなるので、第2発明のように中間の成分の中間皮膜を介在させると皮膜全体の靱性が向上する。中間皮膜層の成分は上下の層の中間であるため、膜厚が $0.01 \mu m$ 未満では衝撃を吸収できず、膜厚が $0.50 \mu m$ を超えると皮膜が欠けやすくなる。

【0013】図1は、第1発明の硬質積層皮膜被覆工具の一例を説明する断面図で、基体12の表面上には、内側層14と外側層16とを交互に同数だけ積層した硬質積層皮膜18が設けられている。内側層14は第1皮膜層に相当するもので、基体12側に設けられており、その平均層厚は $0.01 \sim 0.50 \mu m$ の範囲内で、組成は $(Al, Ti_{1-x})(N, C_{1-y})$  (但し、 $0.05 \leq x \leq 0.50$ 、 $0.50 \leq y \leq 1.00$ )である一方、外側層16は第2皮膜層に相当するもので、平均層厚は $0.01 \sim 0.50 \mu m$ の範囲内で、組成は $(Al, Ti_{1-x})(N, C_{1-y})$  (但し、 $0.50 < z \leq 0.80$ 、 $0.50 \leq t \leq 1.00$ )である。また、硬質積層皮膜18全体の組成は化学量論的にアルミニウムリッチで、前記(1)式を満足するように、上記内側層14および外側層16の層厚や混合割合 $x$ 、 $z$ は定められており、且つその全体の平均膜厚 $D_1$ は $0.50 \sim 10.0 \mu m$ の範囲内である。後述の実施例1～5は、このように内側層14および外側層16が互いに接する状態で交互に積層した硬質積層皮膜被覆工具の具体例である。

\* $z$ は第2皮膜層の平均層厚、 $l_1$ は中間皮膜層の平均層厚を示している。

【0014】図2は、第2発明の硬質積層皮膜被覆工具の一例を説明する断面図で、前記図1の硬質積層皮膜被覆工具に比較して、内側層14と外側層16との間に中間層22を介在させた点が異なる。中間層22は中間皮膜層に相当するもので、平均層厚は $0.01 \sim 0.50 \mu m$ の範囲内で、組成は $(Al, Ti_{1-x})(N, C_{1-y})$  (但し、 $x < u < z$ 、 $0.50 \leq v \leq 1.00$ )である。また、硬質積層皮膜24全体の組成は、化学量論的にアルミニウムリッチで、前記(2)式を満足するように、内側層14、外側層16、および中間層22の層厚や混合割合 $x$ 、 $z$ 、 $u$ は定められており、且つその全体の平均膜厚 $D_2$ は $0.50 \sim 10.0 \mu m$ の範囲内である。後述の実施例6および7は、このような中間層22を有する硬質積層皮膜被覆工具の具体例である。

【0015】なお、必要に応じて上記硬質積層皮膜18、24と基体12との間に $TiN$ 等の界面層を形成して母材との密着性を高めたり、硬質積層皮膜18、24の最表面上に更にアルミニウムリッチの $AlTiN$ 等から成る表面層を設けたりすることも可能である。

【0016】以下、これらの硬質積層皮膜被覆工具の具体例を説明する。

(実施例1)  $Al_{0.4}Ti_{0.6}$ 合金のターゲットと $Al_{0.7}Ti_{0.3}$ 合金のターゲットをカソード電極とするアーク方式イオンプレーティング装置の基板ホルダーに、直径 $10.0mm$ 、刃長 $25.0mm$ 、全長 $80.0mm$ 、刃数6枚の超硬合金製エンドミル(WC-10Coを主成分としJIS Z10相当)を取り付けた。基板ホルダーは自転させるとともに基板加熱用のヒーターを設置した。次に、装置内を $6.70 \times 10^{-3} Pa$ まで排気し、ヒーターでエンドミルの温度を $400^\circ C$ まで加熱した。その後、エンドミルに $-100V$ の電位をかけ、アーク放電を開始してエンドミルの表面を十分に洗浄した後、電位を $-200V$ まで落とすとともに $N_2$ ガスを $1000cc/min$ の割合で流して、全体の膜厚 $3.00 \mu m$ 、 $Al_{0.4}Ti_{0.6}$ 合金をターゲットとする内側層(第1皮膜層)の平均層厚 $0.10 \mu m$ 、 $Al_{0.7}Ti_{0.3}$ 合金をターゲットとする外側層(第2皮膜層)の平均層厚 $0.10 \mu m$ 、積層周期 $0.20 \mu m$ で積層皮膜を形成した。厚み寸法は、エンドミルを切断して断面を走査形電

子顕微鏡で観察して測定した。また、オージェ電子分光法により各皮膜層の組成の定量を行った結果、膜組成はそれぞれ  $Al_{0.37}Ti_{0.69}N$  と、 $Al_{0.37}Ti_{0.69}N$  で、カソード成分と殆ど同じであった。積層皮膜全体のアルミニウムの混合割合は、 $(0.37+0.69) \div 2 = 0.53$  である。

【0017】(実施例2) 内側層成膜時のターゲットとして  $Al_{0.39}Ti_{0.78}N$  合金を用い、外側層成膜時のターゲットとして  $Al_{0.39}Ti_{0.78}N$  合金を用いた以外は、実施例1と同じ条件で成膜した。膜組成はそれぞれ  $Al_{0.39}Ti_{0.78}N$  と  $Al_{0.39}Ti_{0.78}N$  で、積層皮膜全体のアルミニウムの混合割合は、 $(0.39+0.78) \div 2 = 0.59$  である。

【0018】(実施例3) 内側層成膜時のターゲットとして  $Al_{0.29}Ti_{0.68}N$  合金を用い、外側層成膜時のターゲットとして  $Al_{0.29}Ti_{0.68}N$  合金を用いるとともに、積層皮膜の内側層の平均層厚を  $0.10\mu m$ 、外側層の平均層厚を  $0.20\mu m$  として積層周期を  $0.30\mu m$  とした以外は、実施例1と同じ条件で成膜した。膜組成はそれぞれ  $Al_{0.29}Ti_{0.68}N$  と  $Al_{0.29}Ti_{0.68}N$  で、積層皮膜全体のアルミニウムの混合割合は、 $(0.29+0.68 \times 2) \div 3 = 0.55$  である。

【0019】(実施例4) 内側層成膜時のターゲットとして  $Al_{0.10}Ti_{0.10}N$  合金を用い、外側層成膜時のターゲットとして  $Al_{0.10}Ti_{0.10}N$  合金を用いるとともに、Tiのターゲットを用いて基体表面と積層皮膜との間にTiNから成る層厚  $0.10\mu m$  の界面層を形成して母材との密着性をさらに高め、積層皮膜の内側層の平均層厚  $0.10\mu m$ 、外側層の平均層厚  $0.20\mu m$ 、積層周期を  $0.30\mu m$ 、積層皮膜の膜厚を  $3.00\mu m$  とし、全体の膜厚を  $3.10\mu m$  とした以外は、実施例1と同じ条件で成膜した。積層皮膜全体のアルミニウムの混合割合は、 $(0.30+0.80 \times 2) \div 3 = 0.63$  である。

【0020】(実施例5) 内側層成膜時のターゲットとして  $Al_{0.10}Ti_{0.10}N$  合金を用い、外側層成膜時のターゲットとして  $Al_{0.10}Ti_{0.10}N$  合金を用いるとともに、Tiのターゲットを用いて基体表面と積層皮膜との間にTiNから成る層厚  $0.10\mu m$  の界面層を形成して母材との密着性をさらに高め、積層皮膜の内側層の平均層厚  $0.10\mu m$ 、外側層の平均層厚  $0.20\mu m$ 、積層周期を  $0.30\mu m$ 、積層皮膜の膜厚を  $3.00\mu m$  とし、最表面に  $Al_{0.10}Ti_{0.10}N$  から成る層厚  $0.50\mu m$  の表面層を形成して皮膜全体のアルミニウム含有量をさらに高め、全体の膜厚を  $3.60\mu m$  とした以外は、実施例1と同じ条件で成膜した。表面層の膜組成は、 $Al_{0.10}Ti_{0.10}N$  であった。表面層を除く積層皮膜全体のアルミニウムの混合割合は(実施例3)と同じである。

【0021】(実施例6)  $Al_{0.10}Ti_{0.10}N$  合金のターゲット、 $Al_{0.10}Ti_{0.10}N$  合金のターゲット、及び  $Al_{0.10}Ti_{0.10}N$  合金のターゲットを用いて、積層皮膜の内

側層、中間層及び外側層をそれぞれ成膜するとともに、それらの平均層厚をそれぞれ  $0.10\mu m$ 、 $0.10\mu m$ 、及び  $0.20\mu m$  とし、積層周期を  $0.40\mu m$  として、全体の膜厚を  $3.20\mu m$  とした以外は、実施例1と同じ条件で成膜した。膜組成はそれぞれ  $Al_{0.10}Ti_{0.10}N$ 、 $Al_{0.10}Ti_{0.10}N$ 、及び  $Al_{0.10}Ti_{0.10}N$  であった。ここでは、母材との密着性を高めるため、内側層を低アルミニウム含有量とし、皮膜全体のアルミニウム含有量を高めるため、外側層を高アルミニウム含有量とした。内側層と外側層のアルミニウム含有量の差が大き過ぎると皮膜の靱性が損なわれるため、中間層を採用してアルミニウム含有量の差から生じる機械的性質の差を緩和した。これらの内側層、中間層、外側層から成る積層皮膜全体のアルミニウムの混合割合は、 $(0.21+0.78 \times 2 + 0.48 \times 2) \div 5 = 0.546$  である。

【0022】(実施例7) 内側層成膜時のターゲットとして  $Al_{0.10}Ti_{0.10}N$  合金を用い、中間層成膜時のターゲットとして  $Al_{0.10}Ti_{0.10}N$  合金を用い、外側層成膜時のターゲットとして  $Al_{0.10}Ti_{0.10}N$  合金を用いるとともに、Tiのターゲットを用いて基体表面と積層皮膜との間にTiNから成る層厚  $0.10\mu m$  の界面層を形成し、積層皮膜の内側層、中間層、及び外側層の平均層厚をそれぞれ  $0.10\mu m$ 、 $0.10\mu m$ 、及び  $0.20\mu m$  とし、積層周期を  $0.40\mu m$ 、積層皮膜の膜厚を  $3.20\mu m$  とし、最表面に  $Al_{0.10}Ti_{0.10}N$  から成る層厚  $0.50\mu m$  の表面層を形成し、全体の膜厚を  $3.80\mu m$  とした以外は、実施例1と同じ条件で成膜した。表面層の膜組成は、 $Al_{0.10}Ti_{0.10}N$  であった。

【0023】次に、実施例1~7の硬質積層皮膜と従来の皮膜とを比較するため、次の試料を作製した。

【0024】(比較例1)  $Al_{0.10}Ti_{0.10}N$  合金のターゲットとTiのターゲットを用いた以外は、実施例1と同じ条件で、基体界面にTiNから成る層厚  $0.10\mu m$  の界面層、表面に  $Al_{0.10}Ti_{0.10}N$  から成る層厚  $3.50\mu m$  の表面層を成膜した。表面層の膜組成は、 $Al_{0.10}Ti_{0.10}N$  であった。

【0025】(比較例2)  $Al_{0.10}Ti_{0.10}N$  合金のターゲットとTiのターゲットを用いた以外は、実施例1と同じ条件で、基体界面にTiNから成る層厚  $0.10\mu m$  の界面層、表面に  $Al_{0.10}Ti_{0.10}N$  から成る層厚  $3.70\mu m$  の表面層を成膜した。表面層の膜組成は、 $Al_{0.10}Ti_{0.10}N$  であった。

【0026】(比較例3)  $Al_{0.10}Ti_{0.10}N$  合金のターゲットとTiのターゲットを用いた以外は、実施例1と同じ条件で、基体界面にTiNから成る層厚  $0.10\mu m$  の界面層、表面に  $Al_{0.10}Ti_{0.10}N$  から成る層厚  $3.70\mu m$  の表面層を成膜した。表面層の膜組成は、 $Al_{0.10}Ti_{0.10}N$  であった。

【0027】実施例1~7と比較例1~3の試料を以下の切削条件で側面切削を行い、エンドミル外周刃の逃げ

面の磨耗幅が0.10mmに達するまでの切削長さを測定し、その結果を表1に示した。

(切削条件)

被削材：SKD11（硬さ：60HRC）

切削速度：150m/min

送り量：0.10mm/刃

\* 切込み量：A D (Axial depth) = 10.0mm、R D (Radial depth) = 0.50mm

切削油：乾式

【0028】

【表1】

\*

NO.	硬質被覆の構成 層厚 (μm)			硬質積層皮膜						積層周期 (μm)	積層皮膜 の膜厚 (μm)	全体の 膜厚 (μm)	切削長さ (m)
				内側層 Al <sub>x</sub> Ti <sub>1-x</sub> N		中間層 Al <sub>u</sub> Ti <sub>1-u</sub> N		外側層 Al <sub>z</sub> Ti <sub>1-z</sub> N					
	界面層	硬質積 層皮膜	表面層	組成	平均層厚 (μm)	組成	平均層厚 (μm)	組成	平均層厚 (μm)				
実施例1	なし	あり	なし	x=0.4	0.10	なし	0	z=0.7	0.10	0.20	3.00	3.00	120
2	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	z=0.8	↓	↓	↓	↓	145
3	↓	↓	↓	x=0.3	↓	↓	↓	z=0.7	0.20	0.30	↓	↓	168
4	TiN (0.10)	↓	↓	↓	↓	↓	↓	z=0.8	↓	↓	↓	3.10	192
5	↓	↓	Al <sub>0.7</sub> Ti <sub>0.3</sub> N (0.50)	↓	↓	↓	↓	z=0.7	↓	↓	↓	3.60	203
6	なし	↓	なし	x=0.2	↓	u=0.5	0.10	z=0.8	↓	0.40	3.20	3.20	231
7	TiN (0.10)	↓	Al <sub>0.8</sub> Ti <sub>0.2</sub> N (0.50)	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	3.80	248
比較例1	↓	なし	Al <sub>0.8</sub> Ti <sub>0.2</sub> N (3.50)									3.60	56
2	↓	↓	Al <sub>0.7</sub> Ti <sub>0.3</sub> N (3.70)									3.80	68
3	↓	↓	Al <sub>0.8</sub> Ti <sub>0.2</sub> N (3.70)									↓	67

【0029】表1から分かるように、本発明が適用されたエンドミル（実施例1～7）は、従来のエンドミル（比較例1～3）と比較して優れた耐磨耗性を示した。すなわち、本発明の硬質積層皮膜被覆工具は、従来の工具と比べて、外側層（第2皮膜層）のAl含有量を増加して皮膜の硬さや耐熱性を向上させても、皮膜に微小な欠けが発生し難く、その外側層のAlの含有量や層厚が増加するのに伴って耐久性も増加し、優れた耐久性を示すのである。また、中間層（中間皮膜層）を有する実施例6および7では、中間層が無い実施例1～5に比較してより優れた耐磨耗性が得られる。

【0030】なお、ここでは超硬合金製エンドミルについて具体的に説明したが、他の種々の材料製の切削工具にも本発明は適用され得るし、炭窒化物の固溶体を含むAlTiの硬質積層皮膜を設けることもできるなど、本発明は当業者の知識に基づいて種々の変更、改良を加えた態様で実施することができる。

【0031】

【発明の効果】このように本発明の硬質積層皮膜被覆工具によれば、第2皮膜層のAl含有量を増加して皮膜の硬さや耐熱性を向上させても欠けが発生し難く、優れた耐磨耗性が得られて工具寿命が大幅に向上する。特に、第1皮膜層と第2皮膜層との間に中間皮膜層を有する第2発明の場合、一層優れた耐磨耗性が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】第1発明の一実施例を説明する断面図である。

【図2】第2発明の一実施例を説明する断面図である。

【符号の説明】

12：基体

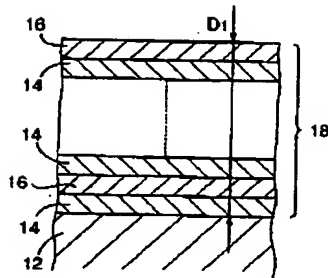
14：内側層（第1皮膜層）

16：外側層（第2皮膜層）

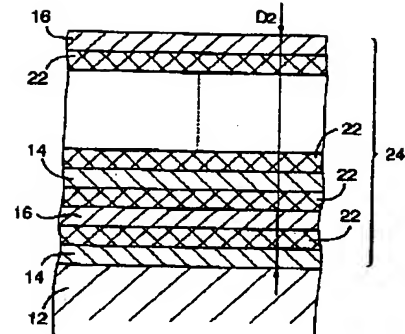
18、24：硬質積層皮膜

22：中間皮膜層

【図1】



【図2】



## 【手続補正書】

【提出日】平成11年2月8日

## 【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0008

【補正方法】変更

【補正内容】

\*【0008】ここで、積層皮膜全体の組成が化学量論的にアルミニウムリッチであるとは、次式(2)を満たすことをいう。尚、 $x$ 、 $z$ 、 $u$ は各皮膜層におけるアルミニウムの混合割合を示し、 $l_1$ は第1皮膜層の平均層厚、 $l_2$ は第2皮膜層の平均層厚、 $l_3$ は中間皮膜層の平均層厚を示している。

$$* \quad (x l_1 + z l_2 + 2 u l_3) / (l_1 + l_2 + 2 l_3) > 0.5 \cdots (2)$$

## 【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0029

【補正方法】変更

【補正内容】

【0029】表1から分かるように、本発明が適用されたエンドミル（実施例1～7）は、従来のエンドミル（比較例1～3）と比較して優れた耐摩耗性を示した。すなわち、本発明の硬質積層皮膜被覆工具は、従来の工

具と比べて、外側層（第2皮膜層）のAl含有量を増加して皮膜の硬さや耐熱性を向上させても、アルミニウムが少ないため硬さが低くなるチタンリッチの内側層（第1皮膜層）によって衝撃が吸収されるため、皮膜に微小な欠けが発生し難く、その外側層のAlの含有量や層厚が増加するのに伴って耐久性も増加し、優れた耐久性を示すのである。また、中間層（中間皮膜層）を有する実施例6および7では、中間層が無い実施例1～5に比較してより優れた耐摩耗性が得られる。

BEST AVAILABLE COPY